



TITLE:

電流モード検出器transXendを用いたエネルギー分解コンピュータ断層撮影法とその応用(Digest_要約)

AUTHOR(S):

山下, 良樹

CITATION:

山下, 良樹. 電流モード検出器transXendを用いたエネルギー分解コンピュータ断層撮影法とその応用. 京都大学, 2014, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2014-03-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18273>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2015-03-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	山下良樹
論文題目	電流モード検出器 transXend を用いたエネルギー分解コンピュータ断層撮影法とその応用		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は電流モード検出器transXendをエネルギー分解コンピュータ断層撮影法(CT)に適用し，その応用方法を探ることを目的として実施した研究において，得られた成果をまとめたものであり，6章からなっている。</p> <p>はじめに第1章では，X線透過撮影に関するレビューとtransXend検出器の概要，及び研究遂行の意義を述べた．</p> <p>第2章では，X線CT測定を概観し，その発展の歴史を記している．次に，X線を電流として測定する従来のCTではなく，X線のエネルギー情報を利用するエネルギー分解CTについて，他の研究者が開発しているPhoton counting法について解説した．次に，transXend検出器を利用したエネルギー情報取得方法について説明を行った．これに続き，CT値の解説および血管造影剤について記述している．</p> <p>第3章では，肝臓中の鉄濃度測定をtransXend検出器を用いたエネルギー分解CTで行った内容を記述している．まず，肝臓中の鉄濃度測定の意義について述べ，従来の測定法の欠点を示した．次に，transXend検出器を用いた測定のための応答関数測定法を記述し，肝臓中の鉄を模擬した被検体のCT測定を記述している．解析の結果，被検体中の鉄濃度が得られたCT値と比例し，また，軟組織を模擬したアクリル，脂肪そして鉄に関する物質識別が可能であることを実証した．</p> <p>第4章では，CT測定による実効原子番号測定を行っている．第3章においては，CT値を用いて3種の物質を推定したが，さらに詳しい物質識別法として実効原子番号測定がある．CT測定により実効原子番号を求めるためには，2種の単色X線を用いてCT測定を行うことが一般である．しかし，単色X線は放射光施設のような大型実験施設においてのみ利用可能である．実効原子番号測定が必要な病院や手荷物検査設備においては，単色X線CT法を用いることはできない．そこで，transXend検出器を用いた測定結果を解析する際に，設定エネルギー範囲を狭くすることで，擬似的に単色X線として利用することを着想した．</p> <p>人体の軟組織を模擬した直径20mmのアクリルの中心に直径2mmのアルミニウム(骨の模擬体)を挿入した被検体について，このような測定を行った．また，比較のため，X線管電圧60および120kVpの白色X線を用いたデュアルエネルギーCT測定を行った．</p> <p>エネルギー分解CT測定においてはアクリル，アルミニウムともに誤差1%以内の測定ができた．一方，デュアルエネルギーCT測定の結果では，アクリルは1%以内の誤差であったが，アルミニウムについては23%の誤差となった．これは，被検体中でX線のエネルギー分布が変化する，ビームハードニング効果によるものである．</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	山下良樹
<p>また、他の研究者による単色X線CTを用いた水の実効原子番号測定の結果は、2%の誤差であった。この測定に用いた被検体は、本研究で用いたものよりも大きな寸法であり、今後、本手法を人体寸法の被検体について適用していくことが必要である。しかし、白色X線を用いて実効原子番号を導く本方法は単色X線CTに比肩する手法であることがいえる。</p> <p>第5章は、エネルギー分解CTを用いた低被曝CT測定法の検討について述べている。CTの被曝量は胸部レントゲン撮影の数10-1000倍高いため、現在は健常者に適用していない。低被曝CT測定が可能となれば、定期健康診断にCT測定を取り入れることができ、その結果、癌の早期発見が可能となる。低被曝化のためには、被曝に大きく寄与する低エネルギーのX線を削減することが望ましい。この場合、従来のヨウ素造影剤はヨウ素のK吸収端が33.2keVにあるので、使用することが困難となる。そのため、80keVにK吸収端を持つ金を用いた造影剤を想定した。金は人体に無害であるので、金ナノ粒子などについて、現在、造影剤として用いる研究が行われている。しかし金は高価なので、実験には69.5keVにK吸収端を持つタングステンを用いた。</p> <p>低エネルギーX線を厚さ8mmのアルミニウムフィルタで削減し、直径30mmのアクリルの中央に直径5mmのタングステン水溶液を入れ、CT測定を行った。得られたCT値プロファイルが、計算で求めたCTプロファイルと一致することを確認した。次に、人体等価の被検体として、直径200mmのアクリルについて検討した。直径30mmのアクリルについて実験と計算とがよく一致したので、計算によってCT画像を作製し、また被検体を透過したX線エネルギースペクトルを求めた。ヨウ素、タングステンおよび金の吸収端からそれぞれ5keVのエネルギー範囲に入るX線数が同数となるように、X線管電流を調節し、その場合の被検体の被曝量を評価し、比較した。X線管出口のアルミニウムフィルタ厚さが2mmでヨウ素造影剤を用いる場合の被曝量に規格化すると、アルミニウムフィルタを8mmとし、タングステン造影剤、金造影剤を用いた場合には、被曝量が11.6%および12.2%となることが示された。これは管電圧が120kVの場合であり、例えば150kVとすれば、さらに被曝量が低減できる。</p> <p>最後に、第6章において各章の結果を総括した。transXend検出器を用いてX線を電流として測定することで、計数率に無関係に測定ができる。また解析によってX線のエネルギー分布を求め、興味あるエネルギー範囲のX線を解析に利用することで、物質識別および実効原子番号の測定が可能となる。また、被曝量を低減したCT測定にも応用できる。</p> <p>なお、冗長を避けるため、計数率に関連する半導体検出器における電荷収集時間に関しては本文中での説明を省略し、論文末尾の付録に記載した。</p>			